

**Detecting faults in galvanised surfaces - by monitoring the change in intensity of a laser beam reflected from the surface**

Veröffentlichungsnr. (Sek.) DE4232837  
Veröffentlichungsdatum : 1994-03-31  
Erfinder : ROSE THOMAS DR RER NAT (DE); SCHNEIDER RICHARD DR RER NAT (DE)  
Anmelder : SIEMENS AG (DE)  
Veröffentlichungsnummer : ☐ DE4232837  
Aktenzeichen:  
(EPIDOS-INPADOC-normiert) DE19924232837 19920930  
Prioritätsaktenzeichen:  
(EPIDOS-INPADOC-normiert) DE19924232837 19920930  
Klassifikationssymbol (IPC) : G01N21/88; C25D7/00; H01H11/04; G01M11/08  
Klassifikationssymbol (EC) : G01N21/88  
Korrespondierende Patentschriften

**Bibliographische Daten**

Faults are detected in a surface by scanning with a focussed laser beam and registering the intensity of reflected light in two detectors (D-, D+) located on each side of the beam. Each detector produces a light intensity pattern as the beam scans the surface a row at a time and the resultant two patterns from the two detectors will define a surface bump, groove or scratch together with its extended shape.

USE/ADVANTAGE - Esp. in surfaces of relay contacts. The fault can be accurately classified as to its nature.

Daten aus der **esp@cenet** Datenbank - - I2





⑯ BUNDESREPUBLIK  
DEUTSCHLAND



DEUTSCHES  
PATENTAMT

⑫ Offenlegungsschrift  
⑩ DE 42 32 837 A 1

⑤① Int. Cl. 5:  
G 01 N 21/88  
C 25 D 7/00  
H 01 H 11/04  
G 01 M 11/08

⑳ Aktenzeichen: P 42 32 837.3  
㉔ Anmeldetag: 30. 9. 92  
㉕ Offenlegungstag: 31. 3. 94

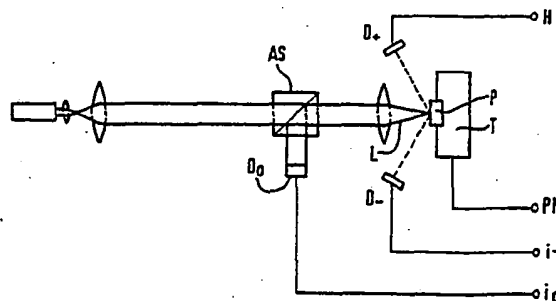
DE 42 32 837 A 1

㉚ Anmelder:  
Siemens AG, 80333 München, DE

㉚ Erfinder:  
Rose, Thomas, Dr.rer.nat, 8000 München, DE;  
Schneider, Richard, Dr.rer.nat., 8028 Taufkirchen, DE

⑤④ Verfahren zur Erkennung von Oberflächenfehlern

⑤⑦ Winkelauflösende Streulichtmeßgeräte aus dem Stand der Technik messen ohne Berücksichtigung einer zeitlichen Korrelation das von einer Oberfläche gestreute Licht eines Meßstrahles. Dadurch lassen sich keinerlei Klassifizierungen von Oberflächenfehlern (OF) wie Erhöhungen, Vertiefungen oder Grate erkennen. Mit dem beschriebenen Meßprinzip lassen sich aus den Intensitätsmaxima der elektronischen Signale von zwei Detektoren (D+, D-) zusammen mit der zeitlichen Korrelation der gelieferten Intensitäten (I+, I-) Erhöhungen, Vertiefungen und Grate auf beispielsweise Relaiskontaktoberflächen feststellen. Verfärbungen können über einen weiteren Detektor (DO) erkannt werden.



DE 42 32 837 A 1

Die folgenden Angaben sind den vom Anmelder eingereichten Unterlagen entnommen

BUNESDRUCKEREI 02. 94 408 013/452

6/42

## Beschreibung

Die Erfindung betrifft ein Verfahren zur Erkennung von Oberflächenfehlern insbesondere an galvanisch hergestellten Oberflächen auf Relaiskontakten. Dabei wird die Oberfläche mit einem fokussierten Laserstrahl zeilenweise gescannt und das reflektierte Licht von Detektoren registriert.

Bei der Herstellung von Relaiskontakten durch galvanische Verfahren können verschiedene Arten von Oberflächenfehlern auftreten die den Übergangswiderstand verschlechtern oder die Langzeitstabilität vermindern. Dabei sind vier Fehlerarten besonders störend, nämlich Erhöhungen, Vertiefungen, Grate und Verfärbungen. Jede dieser Fehlerarten entsteht vermutlich bei einer anderen Station des Galvanisierungsprozesses. Die Erkennung und Unterscheidung dieser Fehler auf den Relaiskontaktoberflächen ist nicht nur zur Qualitätssicherung sondern auch zur Prozeßoptimierung wünschenswert.

Bisher wurde die Qualitätskontrolle zur Erkennung der genannten Oberflächenfehler stichprobenartig durch visuelle Inspektion durchgeführt. Eine 100%-Kontrolle oder eine eindeutige Korrelation mit Prozeßparametern war bisher nicht möglich.

Im Stand der Technik sind winkelauflösende Streulichtmeßgeräte bekannt. Sie messen ohne Berücksichtigung einer zeitlichen Korrelation das von einer Oberfläche gestreute Licht eines Testlichtstrahles. Daraus können Informationen über die Oberflächenrauigkeit oder den Reflexionskoeffizienten gewonnen werden. Sie lassen aber keine Klassifizierung der Defekte in Erhöhungen oder Vertiefungen zu. Diesbezüglich ist der Artikel "Winkelauflösende Streulichtmeßgeräte", Fachbeiträge aus FEINGERÄTETECHNIK, Berlin 40 (1991) 2, zu nennen.

Weiterhin ist ein System zur Lötstelleninspektion bekannt, daß eine Anwendung von Lasersystemen beschreibt — "Vision Systems for Printed Circuit Boards Manufacturing", Papers for IECON'90 Special Session, Tateki Muraoka, Nagoya Electric Works Co. Ltd., Research Institute, 550 Takawari, Japan. Darin wird beschrieben, daß aus der winkelaufgelösten Messung der Verteilung des reflektierten Lichtes mit einer Vielzahl von Detektoren auf die Form der Oberfläche geschlossen wird. Es werden Strukturen die wesentlich größer als der Strahldurchmesser sind charakterisiert. Eine Charakterisierung von Erhöhungen und Vertiefungen kleiner als der Strahldurchmesser wird nicht durchgeführt.

Der Erfindung liegt die Aufgabe zugrunde ein Verfahren zur Inspektion von Oberflächen bereit zustellen, mittels dem Erhöhungen, Vertiefungen und Grate erkennbar und deren laterale Ausdehnung erfaßbar ist.

Die Lösung dieser Aufgabe geschieht durch die Merkmale des Anspruchs 1.

Der Erfindung liegt die Erkenntnis zugrunde, daß mittels des im Anspruch 1 beschriebenen Meßprinzips sich allein aus den Intensitätsmaxima der Signale, die von den beiden Detektoren D+ und D- geliefert werden und aus deren zeitlicher Korrelation Erhöhungen, Vertiefungen und Grate auf Relaiskontaktoberflächen feststellbar sind. Dies ist auch möglich, wenn die Fehler im lateralen Durchmesser kleiner als der Durchmesser des Laserstrahles der die Oberfläche abtastet sind. Die laterale Form der Oberflächenfehler ist erkennbar. Verfärbungen können durch den Einsatz eines weiteren Detektors D0, der das direkt von der Oberfläche reflektierte Licht registriert, festgestellt werden.

Im folgenden werden anhand von schematischen Fi-

guren Ausführungsbeispiele beschrieben.

Die Fig. 1 bis 4 zeigen jeweils einen abtastenden Laserstrahl L der vor, auf und hinter einem Oberflächenfehler OF auf der zu prüfenden Oberfläche OB auftrifft. Durch die jeweils symmetrisch zum Laserstrahl L angeordneten Detektoren D+, D- wird das zurückgestreute Licht aufgenommen. In den in jeder Figur vorhandenen Diagrammen wird das vom jeweiligen Detektor abgegebene elektronische Signal mit seiner entsprechenden Intensität I+, I- gegen eine in der Scannebene liegende Strecke auf der Oberfläche aufgetragen.

Nachdem bei diesem optischen Aufbau bei dem ein fokussierter Laserstrahl L über eine beispielsweise galvanisch hergestellte Oberfläche eines Relaiskontaktes oder eine Leiterbahn oder eine Leiterplatte gescannt wird, das auftreffende Licht zum Teil spiegelnd reflektiert und zum Teil auch in andere Winkelbereiche gestreut wird können die speziell angeordneten Detektoren D+, D- zusammen mit dem in der Fig. 5 dargestellten Detektor D0 elektronische Signale liefern, anhand derer die dargestellten Oberflächenfehler OF wie beispielsweise Erhöhungen, Vertiefungen, Grate oder Verfärbungen mit den entsprechenden lateralen Ausdehnungen erkennbar sind.

Wird der Laserstrahl L über eine zu untersuchende Oberfläche gescannt, die keinerlei Fehler aufweist, so ist die Intensität I0 am Detektor D0 relativ groß, während die Intensitäten I+, I- der Detektoren D+, D- gering sind. Trifft allerdings der Laserstrahl L auf eine Erhöhung wie in der Fig. 1 dargestellt, so wird die Strahlkeule SK wenn sich der Laserstrahl L relativ zur Oberfläche OB von links nach rechts bewegt zuerst in Richtung des Detektors D- und nach Überstreichen des Oberflächenfehlers OF in Richtung des Detektors D+ abgelenkt. Daher wird zuerst die Intensität I- ansteigen und zeitlich versetzt die Intensität I+, wie es im Diagramm der Fig. 1 dargestellt ist. Trifft der Laser auf eine Vertiefung an der Oberfläche OB so steigt die Intensität I+ und in Anschluß daran die Intensität I-. Der Anstieg der Intensitäten I+, I- stellt jeweils einen Peak dar, wobei die Intensität nicht auf einen Maximalwert bleibt sondern relativ schnell wieder absinkt. Wird bei den Signalen der Detektoren D+, D- durch eine geeignete Schwellwertsetzung das Untergrundrauschen unterdrückt und werden nur die hohen Intensitäten an den Oberflächenfehlern OF weiterverarbeitet, so kann durch Messung der zeitlichen Reihenfolge neben der Erkennung der Art des Oberflächenfehlers OF durch Messung des zeitlichen Abstandes die ungefähre laterale Größe des Defektes bestimmt werden. Dies geschieht aufgrund der Tatsache, daß beim Scannen eine Abrasterung der Oberfläche OB geschieht, wobei die Position des messenden Laserstrahles L an jedem Punkt bekannt ist. Durch die Ausnutzung des gestreuten Lichtanteiles statt des Reflektierten ist es möglich, Oberflächenfehler OF zu erkennen die kleiner sind als der Durchmesser des Laserstrahles L. Trifft nämlich der Laserstrahl L auf einen Defekt der größer als der Durchmesser des Laserstrahles L ist so wird die gesamte Strahlkeule SK geschwenkt und die Detektoren D+, D- registrieren die entsprechende Intensitätsänderung. Ist der Defekt kleiner als der Strahldurchmesser so wird nur ein Teil der Strahlkeule SK geschwenkt, so daß die Intensitätsänderung entsprechend kleiner wird und das Signal/Rausch-Verhältnis abnimmt, eine Fehlererkennung und Charakterisierung aber noch möglich ist. In einem Laboraufbau konnten bei einem Durchmesser des Laserstrahles L von etwa 20 µm Oberflächenfehler OF in der Größen-

ordnung von 7  $\mu\text{m}$  erkannt werden.

Die Fig. 3 zeigt die Prüfung einer Oberfläche OB ohne Oberflächenfehler OF. Eine charakteristische Änderung der Intensitäten  $I+$ ,  $I-$  tritt in diesem Fall lediglich an den Kanten auf. Befindet sich der Fokus des Laserstrahls L außerhalb der zu untersuchenden Oberfläche OB so sind die Intensitäten an allen drei Detektoren sehr gering. Trifft der Laserstrahl jedoch auf eine fehlerfreie Kontaktkante, so wird der Strahl wie in der Fig. 3 dargestellt zunächst auf den Detektor D- reflektiert. Die Intensität  $I-$  steigt also kurzzeitig stark an während sich die Intensität  $I+$  nur langsam auf den Wert an der fehlerfreien Oberfläche erhöht. Beim Verlassen des Laserstrahles von der Oberfläche OB an der entgegengesetzten Kante, steigt dann die Intensität  $I+$  stark an, während sich  $I-$  langsam vermindert hat. An einer fehlerfreien Kante ist also nur in einem Detektor eine Intensitätserhöhung festzustellen. Ist aber ein Grad vorhanden, so wird der Strahl auch in den entsprechend gegenüberliegenden Detektor reflektiert, so daß auch in dem zweiten Detektor die Intensität ansteigt. Dies ist in der Fig. 4 dargestellt. Der Laserstrahl L der von links nach rechts die Oberfläche OB abtastet wird zunächst in Richtung des Detektors D- und dann in Richtung des Detektors D+ reflektiert. Die zeitliche Versetzung der Peaks innerhalb der Intensitäten  $I+$ ,  $I-$  ist in diesem Fall verschwindend klein. An der gegenüberliegenden Kante der Oberfläche OB die auch einen Grad G aufweist läuft der gleiche Vorgang ab.

Trifft der Laserstrahl auf eine Verfärbung so ändert sich die Intensität  $I0$  des direkt zurückreflektierten Lichtes. Je nach Art der Verfärbung können sich auch die Intensitäten  $I+$ ,  $I-$  ändern; ihr Verhältnis bleibt jedoch in etwa gleich, wenn nicht zusätzlich ein weiterer Oberflächendefekt vorliegt.

Mit dem vorliegenden Meßprinzip lassen sich allein aus den Intensitätsmaxima der Signale der zwei Detektoren D+, D- und aus ihrer zeitlichen Korrelation Erhöhungen, Vertiefungen und Grate auf galvanisch erzeugten Oberflächen, beispielsweise von Relais oder von Leiterplatten, feststellen. Dies ist auch möglich wenn die Fehler kleiner als der Durchmesser des Laserstrahles L ist. Dabei ist in diesem Fall der Durchmesser des Laserstrahles L im Fokusbereich gemeint. Verfärbungen können mit Hilfe des Detektors D0 erkannt werden.

In der Fig. 5 ist ein Meßaufbau für das beschriebene optische Verfahren dargestellt. Der von einem Laser erzeugte Laserstrahl L wird einer Strahlaufweitung unterzogen. Danach durchläuft er den Auskoppelspiegel AS an dem unter einem rechten Winkel der Detektor D0 angebracht ist. Der im Anschluß daran fokussierte Laserstrahl L trifft auf die Probe P auf und scannt die Oberfläche OB ab. Die Detektoren D+, D-, D0 liefern elektronische Signale mit den Intensitäten  $I+$ ,  $I-$ ,  $I0$ . Die Probe P befindet sich auf einem x, y, z-Tisch über den die Position PN eines jeweiligen Lichtpunktes beim Abrastern der Oberfläche OB bekannt ist.

#### Patentansprüche

1. Verfahren zur Erkennung von Oberflächenfehlern insbesondere an galvanisch hergestellten Oberflächen auf Relaiskontakten, wobei ein fokussierter Laserstrahl über die zu prüfende Oberfläche (OB) gescannt wird, das spiegelnd reflektierte Licht und das in andere Winkelbereiche reflektierte Licht mittels mindestens zweier in der Scannebene sym-

metrisch zum Laserstrahl (L) liegender Detektoren (D+, D-) registriert wird und aus der Amplitude und der zeitlichen Abfolge der Intensitäten ( $I+$ ,  $I-$ ) von Signalen der Detektoren (D+, D-) Oberflächenfehler (OF) in Form von Erhöhungen, Vertiefungen oder Graten und deren laterale Form erkennbar sind.

2. Verfahren nach Anspruch 1, dadurch gekennzeichnet, daß mittels eines weiteren Detektors (D0) der das direkt zurückreflektierte Licht registriert Verfärbungen auf der Oberfläche erkennbar sind.

Hierzu 3 Seite(n) Zeichnungen

FIG 1

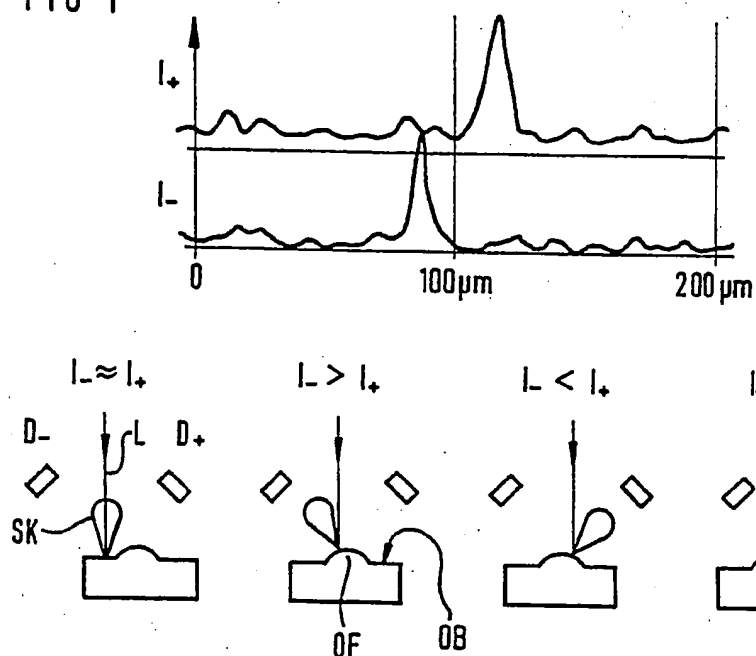


FIG 2

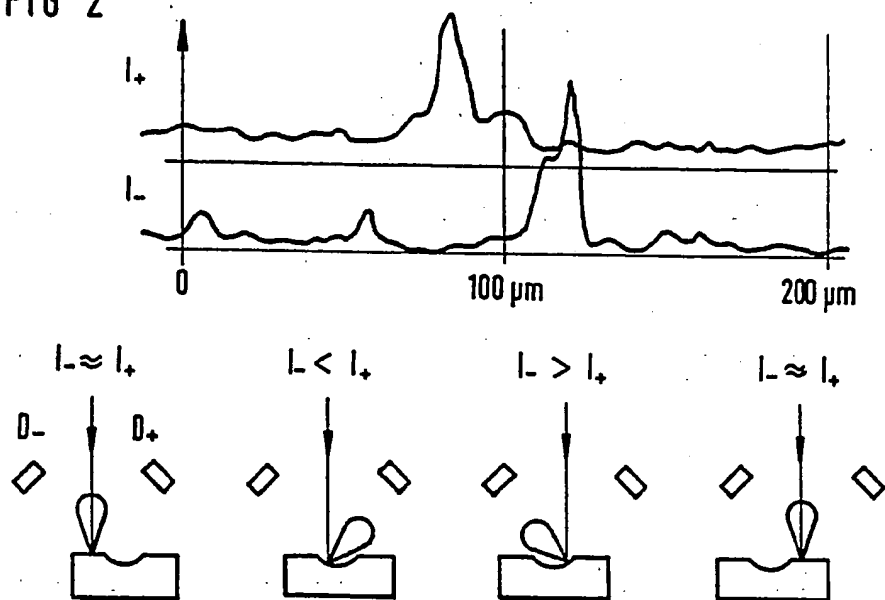


FIG 3

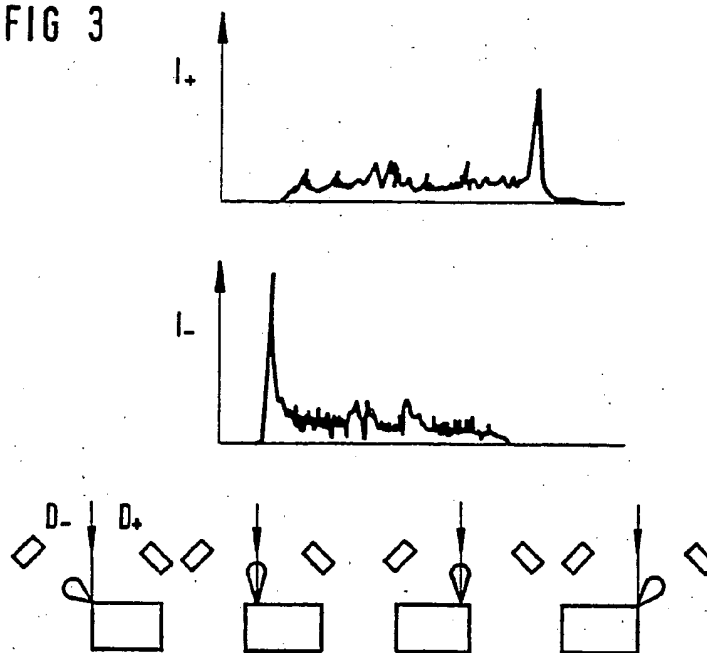


FIG 4

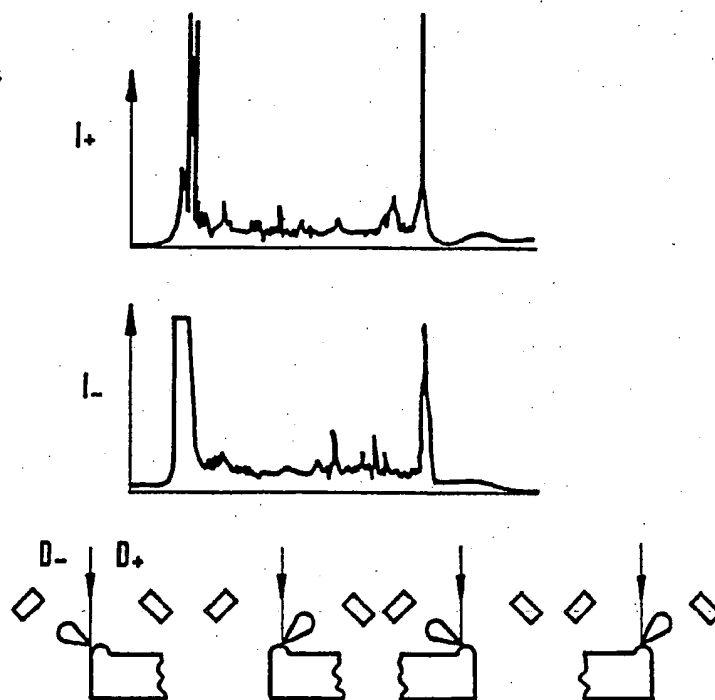


FIG 5

